

制氢和合成气装置的脱碳技术

增强型环形转化管制氢技术，可以帮助制氢和合成气工厂实现脱碳化——一项名为“EARTH®”的新技术被用于热回收重整转化工艺，有助于降低 CO₂ 排放并生产高效能的氢气。科莱恩催化剂业务单元的 Stefan Gebert 和德希尼布能源（Technip Energies）的 Stéphane Walspurger 共同阐释了他们的新技术。

文 / Ahlam Rais

PROCESS : 科莱恩和德希尼布能源的创新技术“EARTH®”声称可以生产高效能的蓝氢。该技术是如何实现提供低碳氢的呢？

Gebert 和 Walspurger : 科莱恩和德希尼布能源的 EARTH® 基于热回收蒸汽甲烷重整技术，将一套组装在蒸汽甲烷重整转化管中的中心管组件和装填在外部环形空间中的规整型催化剂相结合。与传统重整技术相比，这一突破性的解决方案通过利用高阶热量进行蒸汽转化反应，从而降低生产氢气的单位净比能耗。

与使用传统催化剂的标准重整装置性能相比，在相同的氢产量下，EARTH® 能够减少高达 10% 的能耗和 CO₂ 排放。因此，在二氧化碳利用或储存并行时，EARTH® 是实现低能耗的蓝氢生产的卓越技术选择，可以实现高碳捕获。通过降低燃烧功率，



EARTH® 技术在土耳其的 AkkimHyco 工厂中的应用

本文作者系《PROCESS》德文版自由撰稿人。

EARTH®可有效降低转化烟气中二氧化碳含量，同时有助于在相对较高的压力下从重整装置中捕获 CO₂。

EARTH®是“增强型环形转化管制氢”的首字母缩写(Enhanced Annular Reforming Tube for Tydrogen)，是一种可应用于现有重整装置或新项目的直接替代型解决方案。催化剂加载在外部环形空间中，

这种独特的设计实现了卓越的热量回收，更高的产能，并且与传统催化剂和催化管布局相比，显著降低了压降。

新型催化剂设计实现了较低的压降、最大程度上提高活性和更佳的热量转移。尽管在蒸汽转化过程中存在热应力和机械应力，且 EARTH 催化剂床的体积有所减小，但由于其出色的稳定性和机械强度，该催化剂仍展现出了极为优异的性能。

PROCESS：一些专家研究表明，蓝氢的总二氧化碳当量排放仅比灰氢低 9%~12%。EARTH®技术如何帮助改变这种现状？

Gebert 和 Walspurger：几十年来，利用化石燃料制氢已经被广泛用于多个应用领域，特别是化肥生产中的氨合成、甲醇合成以及诸多炼油加氢工艺。除天然气之外，附加值低的干气通常被选择用作实现最低氢气生产成本的制氢装置原料。在工业脱碳化过程中，化石燃料和干气重整过程二氧化碳排放量成为影响氢气单位成本的重要参数。

此外，当天然气用于制氢时，在量化氢气的碳排放时，需要考

量与整个制氢过程中的上游生产、运输和天然气转化以及下游压缩工段及氢气和二氧化碳运输相关的排放。基于实际的生产和运输基础设施的排放测量数据的表明，在天然气制氢生产过程中只要制定适当的法规和激励措施，碳排放仍然保持较低水平。

通过使用 EARTH®这样的热回收技术，蒸汽转化器的设计

可以实现最大的碳氢化合物到氢的转化，同时确保没有过多的蒸汽产生。换句话说，EARTH®使我们能够在每单位生产的氢气中实现非常低的化石原料消耗，并因此有助于减少每单位氢气产生的二氧化碳排放。

考虑到上游的能量消耗，EARTH®技术可以帮助运营商通过最大化的降低化石原料的消耗、生产过程中的碳排放以及 CC (U) S 所需能量等来减少制氢过程中的碳足迹。回收性重整技术是蒸汽重整器工艺中的关键技术之一，可实现高达 99% 的 CO₂ 捕获率。

PROCESS：EARTH®技术还有哪些优势？

Gebert 和 Walspurger：EARTH®是一种可应用于现有重

整装置或新项目设计的直接替代型解决方案。对于现有的蒸汽重整装置而言，生产商可在最大程度上减少能源消耗和二氧化碳排放的同时，通过保持当前的成本和工艺条件，将工厂的产能和能力提升达 20%。这种产能增加可以与在蒸汽重整装置上实施二氧化碳捕集策略相结合，目的是减少转化装置运行中的二氧化碳排放，并生产额外的低碳氢。

另一个好处是实现了更低强度的点火要求，减轻了转化管材料和出口系统中的机械应力。这些关键组件暴露在相对更温和的温度条件下，从而延长了使用寿命，降低了维护和更换成本。由于转化炉出口系统通常限制了转化的强度，EARTH®技术提供的较低温度可实现高转化率（低甲烷出口浓度）和低蒸汽碳比方面质的提升，从而显著降低运营成本，提高蒸汽重整过程的能源效率。

PROCESS：EARTH®技术在使用输入材料方面的灵活性如何？

Gebert 和 Walspurger：EARTH®技术被设计为一种直接替代型解决方案，可与新建或现有的蒸汽转化管良好兼容，炉内的进口和出口部分位于炉体的相对两端，因此无需对转化催化剂

“EARTH®技术是一种可用于现有或新转化管中的直接替代型解决方案。”
——Stefan Gebert
科莱恩产品经理



Stéphane Walspurger 在法国斯特拉斯堡大学获得催化学博士学位。他目前管理着 Technip Energies 在荷兰佐特尔梅尔的运营中心的产品开发和新技术部门。

Stéphane Walspurger，德希尼布能源 (Technip Energies)
产品开发和新技术经理

管进行任何修改造。其安装不需要额外的空间，并且安装时间与典型的催化剂更换相当。这些管道可以根据要求预先装填催化剂。

这使得 EARTH[®] 比 U 型回热转化管更具灵活性，后者在现有的转化炉中受到诸多限制。

此外，内部布局和催化剂的分布可以根据工厂特定的工艺条件 and 生产目标进行定制，从而在设计和运行条件方面提供了高度的灵活性。

综上，EARTH[®] 催化剂寿命将明显优于常规形状的陶瓷基转化催化剂，主要归功于新的催化剂与 EARTH[®] 列管及管内件的有机耦合。在转化装置事后分析来看，床层压降及列管收缩易导致常规转化催化剂破碎。但使用 EARTH[®] 特殊结构的催化剂后，不会出现随着时间的推移而压降增加的现象。

PROCESS： 将 EARTH[®] 技术整合到现有工厂的投资成本是多少？集成到新工厂的成本又是多少？您对摊销期有何看法？

Gebert 和 Walspurger： 对于一个新的工厂，EARTH[®] 技术没有额外的成本，因为该技术既可以减小蒸汽重整装置的尺寸，同时又可以减少碳捕获技术（包含过程气体和 / 或烟气碳捕获）的投资，以及减少实现无蒸汽出口的制氢装置的投资。

总的来说，由于 EARTH[®] 技术可以根据客户的需求进行高度定制，因此通常在 1 ~ 2 年内可以实现成本回收。EARTH[®] 不

“与使用传统催化剂的标准重整装置性能相比，EARTH[®] 能够减少高达 10% 的能耗和 CO₂ 排放。”

**——Stéphane Walspurger
德希尼布能源 (Technip
Energies) 产品开发和新技术经理**

纯是一种催化剂技术，因此无法与其他的催化剂技术进行一对一比较。还在降低运营成本以及降低烃消耗和碳足迹方面带来了额外的效益。

当 EARTH[®] 技术进一步与脱碳装置结合时，其优势会显著增加，因为装置内燃烧量的减少还将减少与脱碳相关的额外投资。对于提高产能的场景下，EARTH[®] 技术还可以对装置的其余部分以最少的修改以实现翻新，因此与其他替代方案相比，回报期非常短。

PROCESS： 是否可以将催化剂与 Technip Energies 以外的其他蒸汽转化技术结合使用？

Gebert 和 Walspurger： 可以的，由于 EARTH[®] 设计可以根据特定客户需求进行优化，因此它可以作为直接替代型解决方案，应用于现有所有转化管使用内径大于 4 英寸 (100 mm) 的转化装置，

其中气体进口位于顶部，出口位于底部。更小的直径也是可行的，只需要进行一些额外的检查和确认。

EARTH[®] 技术的实施与重整装置的燃烧类型无关（顶燃式、底燃式、侧燃式或台阶式壁燃式）。在考虑到提高产能或改用蓝氢或蓝色甲醇的氢或甲醇生产装置中，EARTH[®] 技术可能为一段转化装置与下游的二段转化或自热转化装置带来非常显著的附加价值。

PROCESS： 蓝氢项目正在寻找有效的技术以进一步减少其碳排放。您是否正在与任何公司或项目就您的技术进行洽谈？

Gebert 和 Walspurger： 前两个大型项目已经成功完成，分别是在欧洲一家现有装置的产能提升以及西班牙卡塔赫纳的 Repsol 炼油厂扩建项目的一部分的新建装置。我们正在寻找多个蓝氢的商业机会，并与客户讨论 EARTH[®] 技术这一充满吸引力的解决方案。这是一个在短期到中期内可能增长的市场。目前，涉及这些商业机会的公司和项目是保密的，但其中包括了一些重要的行业参与者。

EARTH[®] 技术正在被考虑用于基层应用的蓝氢工厂以及对现有的灰氢资产进行改造，以转换为蓝氢。对于基层应用，这项技术能够降低碳氢化合物的消耗，从而减少捕获的二氧化碳流量，降低了下游碳捕获利用和储存 CC (U) S 所需的投资。它可以实现高达 99% 的碳捕获率。

在改造应用中，预计 EARTH[®] 技术将在分阶段的投资



Stefan Gebert 在德国海德堡大学获得化学博士学位。至今已有超过 18 年的制氢、氨和甲醇生产领域合成催化剂方面的经验，他目前负责科莱恩公司的标准合成气应用催化剂组合，以及其过渡到可持续制氢和氨生产需求的工作。

Stefan Gebert, 科莱恩催化剂业务单元产品经理

中发挥作用，以实现高碳捕获率。显然，EARTH® 技术可以通过快速实施并对装置中的其余部分影响最小的条件下，迅速减少多达10%的碳足迹。同时，通过应用协同设计变更以及增加碳捕获装置，可以实现高达99%以上的碳捕获率。EARTH® 技术通过降低总体碳氢化合物的消耗，既降低了进一步的投资成本，也降低了运营成本。

PROCESS : 您是否观察到市场对 EARTH® 技术的需求较高？

Gebert 和 Walspurger : 我们深信，EARTH® 技术是一项充满吸引力的技术，它可用于现有

制氢和合成气装置以及新兴的蓝氢应用的脱碳。目前其市场接受度非常积极，这使得科莱恩和德希尼布能源公司能够实施和建立起生产能力和供应链，以满足后续更多客户的需求。此外，我们已经交付了两套商业业绩，完美验证了 EARTH® 技术的价值主张。

随着低碳氢市场的发展，现有的基础设施和诸如炼油和石化装置中的蒸汽重整装置等重要资产将有众多机会通过 EARTH® 技术进一步发掘干气和天然气原料的脱碳潜力。我们预计 EARTH® 技术将迅速在全球制氢行业中占据重要地位。在未来几年内，我



增强型环形转化管制氢 (EARTH® 技术)

们可以利用这一创新技术为众多工厂提供服务，无论是小型还是世界级的蒸汽重整装置。

Industrial automation

梅特勒托利多 在线过程分析仪表助力化工企业实现生产过程自动化



全自动清洗校准系统

- 实现在线分析仪维护校准自动化



智能传感器管理

- 提供在线 pH 分析仪智能诊断信息，优化运营管理



InPro 7250电导率传感器

- 耐受苛刻酸碱环境测量强酸/碱浓度



GPro®500激光氧气分析仪

- 快速响应氧含量变化 避免爆炸风险

METTLER TOLEDO

简单填写杂志广告
问卷调查，前100名
反馈者即有机会获得
精美礼品一份！



扫码赢大礼



MT-Official